

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-306335

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 1 J 43/20

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 J 43/20

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-101317

(22) 出願日 平成8年(1996)4月23日

(31) 優先権主張番号 9 5 0 4 9 7 9

(32) 優先日 1995年4月26日

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 590000248

フィリップス エレクトロニクス ネムロ  
ーゼ フェンノートシャップ

PHILIPS ELECTRONICS  
N. V.

オランダ国 アインドーフェン フルーネ  
ヴァウツウエッハ 1

(72) 発明者 ジャンーピエール ブウトウ

フランス国 19106 プリヴェ リュ ボ  
ール クローデル 2

(72) 発明者 ピエール・レルミエ

フランス国 19106 プリヴェ リュ ア  
ー ジョペール 22

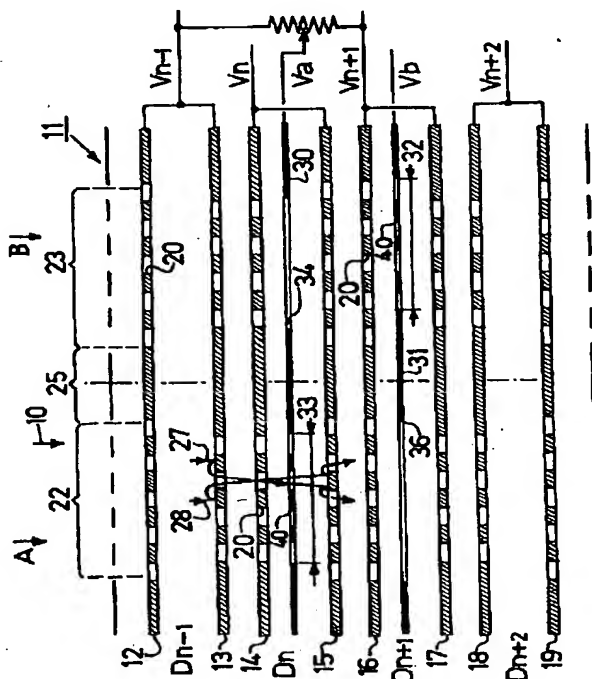
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外4名)

(54) 【発明の名称】 マルチ・チャンネル電子増倍器

(57) 【要約】

【課題】 かなり簡単に、経済的にそして各チャンネル利得が調整可能なマルチ・チャンネル電子増倍器とそれを備えたマルチ・チャンネル光増倍管を提供したい。

【解決手段】 与えられたチャンネル (A) の利得を制御するため、制御電極 (30) がダイノード ( $D_n$ ) の2つのシート (14, 15) 間にシートの形態で挿入され、問題とするチャンネル (A) の利得を制御するグレーティング窓 (33) と残余のチャンネルの数に従った1つ (またはいくつかの) 開孔 (34) とを有し、他のチャンネル (B) は他のダイノード ( $D_{n+1}$ ) の2つのシート (16, 17) 間に挿入されている他の電極 (31) により制御されている。この発明はまたかかる電子増倍器を具えたマルチ・チャンネル光増倍管に関するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに平行に積層された複数の導電シートを具える形であって、同じ電圧を伝達せんとする 2 つの隣接シートが、電子の移動の方向に、異なったチャンネルを共有するダイノードを共同で構成するフォーカス用ハーフ・ダイノードと増倍用ハーフ・ダイノードとをそれぞれ構成し、各シートが開孔の規則的な形態で孔をあけられたチャンネル数に等しい数の活性区域と開孔のない分離区域とを具えたマルチ・チャンネル電子増倍器において、

与えられたチャンネルの利得を制御するため、前記増倍器がダイノードのシート間に位置するシートの形態であって、かつ、電子に対し高度に透明で、その領域が前記与えられたチャンネルの活性区域に対面して位置するグレーティングを備えた窓を有するシートの形態で制御電極を具え、さらに当該制御電極が調整可能な電圧を印加する接続手段を備えていることを特徴とするマルチ・チャンネル電子増倍器。

【請求項 2】 N がチャンネル数である請求項 1 記載の電子増倍器において、制御電極が増倍器の N 個の引き続くダイノードの 2 つのシート間に常時配置され、さらに、1 つのグレーティングを備えた前記制御電極の窓が N 個のチャンネルの各々の活性区域に対面して順次に位置することを特徴とするマルチ・チャンネル電子増倍器。

【請求項 3】 請求項 2 記載の電子増倍器において、電子の移動方向に、N 個の引き続くダイノードが増倍器のほぼ中央位置を占有することを特徴とするマルチ・チャンネル電子増倍器。

【請求項 4】 請求項 1 記載の電子増倍器において、電子に対し高度に透明なグレーティングが、それに隣接するフォーカス用ハーフ・ダイノードの活性区域の開孔に対面した開孔を有する制御電極の区域により構成され、前記対面した開孔が前記フォーカス用ハーフ・ダイノードの開孔より大きな直径を有することを特徴とするマルチ・チャンネル電子増倍器。

【請求項 5】 内面に光カソードを備えた入力窓を有する外圍器、光電子をいくつかのビームに分割する電子・光学システムおよび複数のアノードを有する光増倍管において、当該光増倍管が請求項 1 から 4 いずれかに記載されるような調整可能な利得を有する電子増倍器を具えることを特徴とする光増倍管。

【請求項 6】 その外圍器が多角形断面を有する頭部からなり、その 1 端部に入力窓を備え、その他端部で頭部のそれよりより小さな断面を有する基体部と接続され、その基体部が頭部と反対側の端部に接続ピンを有する請求項 5 記載の光増倍管において、異なった増倍器チャンネル上に光カソードにより放射された電子の収束を実現する電子・光学システムが、表面が基体部と頭部間接続部に隣接する管の断面を通過してほ

ぼ延在する板から構成され、その板が、光カソードの電圧に等しい電圧にそれを接続する手段を備えたとともに、仕切られた区画を有する形の管の第 1 のダイノードの入力グレーティングと同平面にある中央開孔を有し、頭部の残余の部分が光カソードのそれに等しい電圧に保持されることを特徴とする光増倍管。

【請求項 7】 請求項 6 記載の光増倍管において、調整可能な利得を有する電子増倍器の入力ダイノードが管の第 1 のダイノードに備えられた中央出口に位置することを特徴とする光増倍管。

【請求項 8】 請求項 7 記載の光増倍管において、2 チャンネル管の場合、第 1 のダイノードが中央内部区画を具え、さらに 1 つのストリップが前記板に電氣的に接続されて固定され、さらに内部区画から真直ぐに走り中央開孔を越えて延在することを特徴とする光増倍管。

【請求項 9】 請求項 7 記載の光増倍管において、4 チャンネル管の場合、第 1 のダイノードが十字状に配置された 2 つの中央内部区画を具え、2 つの十字状に配置された 2 つのストリップが前記板に固定され、さらに内部区画から真直ぐに走り中央開孔を越えて延在することを特徴とする光増倍管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、互いに平行に積層された複数の導電シートを具える形であって、同じ電圧を伝達せんとする 2 つの隣接シートが、電子の移動の方向に、異なったチャンネル(channel)を共有するダイノード(dynode)を共同で構成するフォーカス用ハーフ・ダイノード(focusing half-dynode)と増倍用ハーフ・ダイノード(multiplying half-dynode)それぞれを構成し、各シートが開孔の規則的な形態で孔をあけられたチャンネル数に等しい数の活性区域と開孔のない分離区域とを具えたマルチ・チャンネル電子増倍器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の電子増倍器は文献 USP 第 5, 126, 629 号に公知である。この文献は増倍器を構成する部分が簡単なので経済的なマルチ・チャンネル光増倍管を提供している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 入力で一様な電子束に対し異なった増倍チャンネルの良好な均質の出力電流応答はこれが応用分野の大部分で望まれるものである。γ線医学結像が考慮される時、1 チャンネル光増倍管のマルチ・チャンネル管への置換は、複数チャンネル間のこの均質な応答および他の管に対するその管の均質性が実現されてはじめて直面できるものである。それ故前述の種類のマルチ・チャンネル電子増倍器が、かなり簡単に経済的にそして各チャンネルの利得が調整可能に実現できることは大いに望まれる課題である。

【0004】従って本発明の目的は特に、かかる電子増倍器を備えたマルチ・チャンネル光増倍管と同じように、利得制御の可能な電子増倍器を提案しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る異なったチャンネルを共有するダイノードを構成する複数の開孔のあるシートを具えるマルチ・チャンネル電子増倍器は、与えられたチャンネルの利得を制御するため、前記増倍器がダイノードのシート間に位置するシートの形態であって、かつ、電子に対し高度に透明 (highly transparent) で、その領域が前記与えられたチャンネルの活性区域に対面して位置するグレーティング (grating) を備えた窓 (window) を有するシートの形態で制御電極を具え、さらに当該制御電極が調整可能な電圧を印加する接続手段を備えていることを特徴とするものである。

【0006】ダイノードを構成する2つのシート間電界は相対的に弱いから (これらシートが同じ電圧に印加されるから)、制御電極は、たとえその制御電極とダイノード間電位差が少しであったとしても、考察する段の利得にかなり有効に作用する。実際、その制御電極に印加される電圧のかなり十分な制御範囲が、これら電圧が制御電極の挿入されるダイノードの両側に位置する2つのダイノードのそれら間に印加されるなら得られることがわかってきた。事実、その利得が制御されるダイノードの電圧とより低い電圧を有する隣接ダイノードの電圧間電圧範囲のみが使用されることができる。この電圧範囲では段の利得はその公称値から公称値の10%まで削減することができる。

【0007】Nが電子増倍チャンネル数である本発明の好適な実施態様は、制御電極が増倍器のN個の引き続くダイノードの2つのシート間に常時配置され、さらに、1つのグレーティングを備えた前記制御電極の窓がN個のチャンネルの各々の活性区域に対面して順次に位置することを特徴とする。

【0008】N個の引き続くダイノードは好適には増倍器のほぼ中央の位置、すなわち例えば4つのチャンネルと10個のダイノードを有する増倍器の場合は制御可能な利得を有するダイノードは4番目から7番目の位置を占めている。

【0009】制御電極の窓は相対的に大きなピッチを有するワイヤグレーティング (wire grating) を備えていてもよい。しかしながら、ダイノード用に使用される同じ技術内にとどまるには、制御電極は好適にはそれに隣接するフォーカス用ハーフ・ダイノードの活性区域の開孔に対面して位置する開孔を有し、前記対面して位置する開孔は前記ハーフ・ダイノードの開孔より大きな直径を有するものである。

【0010】本発明はまた、内面に光カソードを備えた

入力窓を有する外圍器、光電子をいくつかのビームに分割する電子・光学システムおよび複数のアノードを有する光増倍管において、当該光増倍管がこれまでに規定されてきたような調整可能な利得を有する電子増倍器を具えることを特徴とする光増倍管に関するものである。

【0011】好適な実施態様によれば、その外圍器が多角形断面を有する頭部からなり、その1端部に入力窓を備え、その他端部で頭部のそれよりより小さな断面を有する基体部と接続され、その基体部が頭部と反対側の端部に接続ピンを有する光増倍管であって、かつ、異なった増倍器チャンネル上に光カソードにより放射された電子の収束を実現する電子・光学システムが、表面が基体部と頭部間接続部に隣接する管の断面を通してほぼ延在する板から構成され、その板が、光カソードの電圧に等しい電圧にそれを接続する手段を備えるとともに、仕切られた区画を有する形の管の第1のダイノードの入カグレーティングと同平面にある中央開孔を有し、頭部の残余の部分が光カソードのそれに等しい電圧に保持されることを特徴とする光増倍管である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照し、実施例により本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1はその部分が4つのダイノード (dynode)  $D_{n-1}$  から  $D_{n+2}$  に限定される本発明に係る電子増倍器11の部分を線図的に示している。増倍器は互いに平行に配置された複数の導電シートにより構成されている。ダイノード  $D_{n-1}$  は2つの隣り合ったシートにより構成され、それは矢印10に示される電子の移動方向に、フォーカス用ハーフ・ダイノード (half・dynode) 12と増倍用ハーフ・ダイノード (half・dynode) 13それぞれを両者同じ電圧  $V_{n-1}$  を伝達して構成されている。次のダイノード  $V_n$  は同じように、すなわち、前のダイノードの電圧  $V_{n-1}$  より高い電圧  $V_n$  を両者が伝達するフォーカス用ハーフ・ダイノード14と増倍用ハーフ・ダイノード15で構成されている。同じことが電圧  $V_{n+1}$  を伝達するダイノード  $D_{n+1}$  を構成するハーフ・ダイノード16、17に、そして2つのハーフ・ダイノード18と19から形成されるダイノード  $D_{n+2}$  に適用されている。

【0013】ハーフ・ダイノードの各シートは開孔20の規則的な形態を有する活性区域22、23と、完全につまっている、すなわち、開孔のない分離区域25を具えている。異なったダイノードの活性区域22は電子増倍器11の軸方向に整列された増倍チャンネルAを形成し、それはダイノードの他の部分で軸方向に整列された活性区域23により形成されたチャンネルBとは異っている。図1は2つのチャンネル電子増倍器の断面をダイノードの中央で示している。分離区域25はすべてのダイノードの活性区域22と23を整列させることにより構成される2つのチャンネル間クロストーク (crosstalk) を最小にしている。図に示されているように、ダイ

ノードを構成するシートは2つの増倍器チャンネルを共有している。

【0014】他方のチャンネルに対し一方のチャンネルの利得を制御できるように、増倍器11はダイノード $D_n$ を構成する2つのシート14と15間に位置するシートの形態で制御電極30を具えている。この電極は電子に対し高度に透明でその表面がチャンネルA用他の複数ダイノードの活性区域22に対面して位置するグレーティング(grating)を備えた窓33を有し、一方この電極30はチャンネルB用他の複数ダイノードの活性区域23に対面する開孔34を有している。制御電極30はダイノード $D_n$ に対し絶縁された方法で固定され、線図的に示した $V_{n+1}$ と $V_{n-1}$ 間の調整可能な電圧 $V_a$ にこの制御電極を印加させる手段(図示されず)を具えている。制御電極30は、2つのシート14と15が同じ電圧に印加されている故に弱い電界であるこれらシート間電界に影響を与える。その影響は電圧 $V_a$ の値に従って、次のダイノード $D_{n+1}$ に影響することの可能なハーフ・ダイノード15により増倍される電子の数を増加させたり削減させたりする。チャンネルBに関しては、制御電極30は不活性で、開孔34がダイノード $D_n$ の活性区域23の電界を全く修正しないのでこのチャンネルの利得になんら影響を与えない。

【0015】チャンネルBは制御電極30と類似ではあるが、ダイノード $D_{n+1}$ の2つのシート16と17の間に位置する他の制御電極31により制御されている。ここで、制御電極の窓32は複数ダイノードの活性区域23に対面する電子に対し高度の透明性のグレーティングを有しており、かくて、この電極に印加される制御電圧 $V_b$ によりチャンネルBに関してダイノード $D_{n+1}$ の増倍因子を修正することができる。この順に、チャンネルAが制御電極31に影響されないように、制御電極31はダイノードの活性区域22に対面する開孔36を有している。

【0016】電子に対し高度に透明なグレーティングにより図1に示された例では、制御電極30と31は、それらに隣接しシート14と16それぞれにより構成されるフォーカス用ハーフ・ダイノードの活性区域の開孔20に対面して位置する開孔40を備えている。これら開孔40はハーフ・ダイノードの開孔20の直径よりより大きな直径を有している。一方27と28で示される電子の軌跡を観察するに、制御電極の開孔40は増倍器ハーフ・ダイノードの方へ方向付けられる電子の軌跡には影響を与えず、それはこれら電子が相対的に高い運動エネルギーを獲得しているためであることが容易に理解できる。

【0017】電子増倍後には、電子はかなり低い運動エネルギーで発生し、電子の軌跡は制御電極とこの電極が挿入されるダイノード間電圧差に大きく影響される。

【0018】図1は2つのチャンネル電子増倍器の部分

を示しているが、もっと多くのチャンネル、例えば4つのチャンネルを有する増倍器に同じ技術を適用することもまた可能である。この場合、増倍器の4つの引き続くダイノードに挿入された4つの制御電極が使用され、これら制御電極の各々はチャンネルの1つの利得を修正することができる。好適には制御電極を具えるダイノードは増倍器のほぼ中央に配置されたダイノードで、換言すれば、この例のかかるダイノード $n$ のならばダイノードの全数の半分にほぼ対応する。

【0019】図2は、2つの構成シート間ダイノード内に位置する制御電極に印加される $V_a - V_n$ の関数としてのダイノード $D_n$ の段の利得の実際のプロットの例を示している。制御電極がダイノードと同じ電圧に印加されている時のこの段の利得が公称値で、図では100%として示されている。制御電極がダイノードに対し-100Vに印加されている時には、利得は公称値の6%より大きくない。段利得の半分だけの減少は-15Vの制御電極の印加で得られる。正方向の印加電圧では、ダイノードに対し+10Vの電圧まで急速に減衰し、+20Vと+100V間ではさして急速には変化しないから、得られた実験曲線は都合のよいものではなく、あまり都合のよい制御動領域を示すものとはいえない。

【0020】図3は制御電極のいくつかの例の平面図である。図3Aは2チャンネル電子増倍器用制御電極45を示しており、この電極はこの電極が挿入される増倍器の左側チャンネルを制御するワイヤグレーティング(wire grating)を備えた窓46と、右側チャンネルをフリー(free)のままこのチャンネルに何ら補正をほどこさない開孔47とを有している。

【0021】図3Bは、グレーティング窓50によって右側チャンネルの制御をし、一方開孔51により左側チャンネルをフリー(free)に残す、同じ電子増倍器用の他の制御電極を示している。図3Aおよび3Bで、電極固定用の開孔は参照番号48により示されている。

【0022】図3Cは4チャンネル電子増倍器用制御電極の例を示している。それは高度に透明性を有するグレーティング56を有し、この場合図1の例と同様に複数開孔の形態で形成されている。3つの開孔57がこの電極により制御されない3つの他のチャンネル用に備えられている。

【0023】図4は2チャンネル光増倍管の線図的断面図である。それは多角形断面60a、例えば、矩形断面を有する頭部60aを備えたガラス外囲器60を具え、それは入力窓60b、光カソード62を備えた内面および頭部60aより小さな断面を有する基体部60cを備えている。一般に円形断面を有する基体部60cはその一端部で頭部60aと接続され、他の端部で接続ピン64を有している。

【0024】この管では、光カソード62により放射された電子を2つのビームに分割し、左側チャンネルAと

右側チャンネルBを形成する管の2つの部分にそれらを方向付けるために電子・光学システムが必要である。

【0025】この光学システムは板66を具え、その板の表面は基体部60cと頭部60a間接続部に隣接する管の断面を通してほぼ延在し、その板の直径は基体部60cの直径よりわずかに小さく、それで外囲器の頭部60aと基体部60c間接続部がすでに完成していてもそれを導入することができる。板66の中央開孔67は入力グレーティングおよび分割された区画を有する形の第1のダイノード69のグレーティング68と同平面にあり、このダイノード69については以下詳細に説明される。

【0026】図4の図面で垂直面に延在する中央ストリップ70は板66に固定され、そのストリップは板66の中央開孔67を越えて延在している。板66は光カソードの電圧に等しい電圧に接続されるに必要な手段を備え、その同じ電圧はまたストリップ70に印加されている。このことは頭部60a内にある電界の修正をなし、管の2つのチャンネルAとBに従って電子を2つのビームに分割するのに有効である。

【0027】管の第1のダイノード69の出口72は電子増倍器74の入力ダイノードと同平面にあり、その増倍器は前述のような制御電極を具えている。管の2つのチャンネルの各々から電子を収集する2つのアノード75と76は電子増倍器74の出力に配置されている。

【0028】図5は図4図示管の板66と同じ板80の斜視図であるが、それは4チャンネル管用のものである。この目的で、板80はその上に十字状に配置された2つのストリップ84と86のある中央開孔82を有している。ストリップ84は図4のストリップ70と対応するもので、一方ストリップ86は図4に示された2つの代わりに4つの通路に電子ビームを分割するための補足の分割を呈している。

【0029】図6は入力グレーティングと仕切られた区画を有する形のダイノード90の斜視図である。この図に示されているダイノード90は図4のダイノード69に対応するが、4チャンネル光増倍器に適合されるように修正されている。ダイノードの区画は図の明確化のために開かれているが、はがされる前の仕切りは破線92にそってダイノードの他の部分に接続されている。ワイヤグレーティング93が2つのチャンネルAとB用ダイノード90の入力を構成しているが、別のグレーティング94がチャンネルCとDの入力を構成している。ダイノード90は十字状に配列された仕切りによって結合している4つの区画を有し、1つの仕切り96は図の面に平行な中央平面に配置され、他の仕切り98は中央で仕切り96に垂直に配置されている。ダイノード90内の電子軌跡は99で示されている。増倍された電子は、そのダイノードが出口100の面と同平面にある増倍器の入力ダイノードの方へ方向付けられるよう中央出口10

0を介してダイノード90をはなれる。

【0030】仕切り98の両側での光電子の分割を強調するために、ダイノード90は光増倍管内の電界の分布に影響する傾斜した縁部110を有している。図4に図示されるように、ダイノードの縁部は板66の開孔67を越えて延在している。それは板66を備えたダイノードのアセンブリ後45°の角度で折られていてもよいし、アセンブリ後共に結合される部分から形成されてもよい。

【0031】以上実施例により説明されてきた本発明の実施態様は、記載された請求項の範囲を越えることなく、当業者により公知の細部の修正をほどこすことが可能であろう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電子増倍器の線図的部分断面図。

【図2】制御電極に印加される電圧の関数としてのダイノード段の利得曲線。

【図3】本発明に係る増倍器制御電極の複数の実施例。

【図4】本発明に係る光増倍管の線図的断面図。

【図5】図4の管構成の斜視図。

【図6】図4の管構成の他の斜視図。

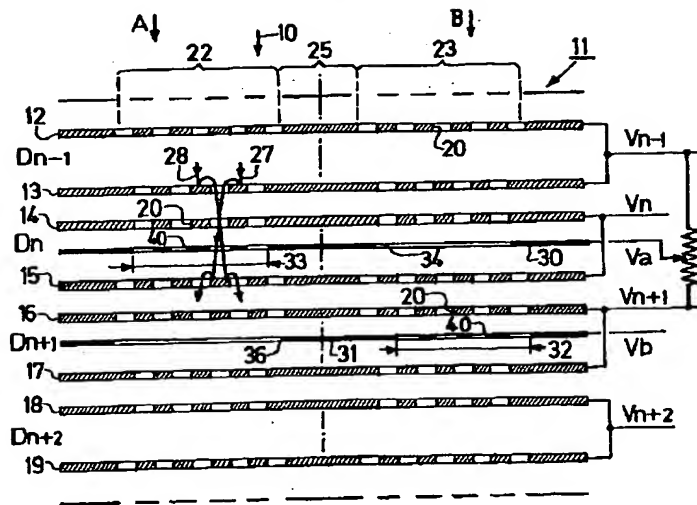
#### 【符号の説明】

- 10 電子の移動方向
- 11 電子増倍器
- 12, 14, 16, 18 フォーカス用ダイノード
- 13, 15, 17, 19 増倍用ダイノード
- 20 フォーカス用ハーフ・ダイノードの活性区域の開孔
- 22, 23 活性区域
- 25 分離区域
- 27, 28 電子の軌跡
- 30, 31, 45, 49, 55 制御電極
- 32, 33, 46, 50, 56 グレーティングを備えた窓
- 34, 36, 47, 51, 57 制御電極の開孔
- 40 開孔20に対面する制御電極の開孔
- 60 ガラス外囲器
- 60a 頭部
- 60b 入力窓
- 60c 基体部
- 62 光カソード
- 64 接続ピン
- 66 板
- 67 66の中央開孔
- 68 69のグレーティング
- 69 第1のダイノード
- 70 中央ストリップ
- 72 69の出口
- 74 電子増倍器
- 75, 76 アノード

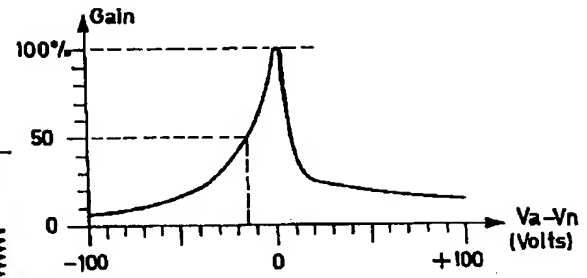
80 板  
82 中央開孔  
84, 86 ストリップ  
90 ダイノード

93, 94 ワイヤグレーティング  
96, 98 仕切り  
100 中央出口  
110 傾斜した縁部

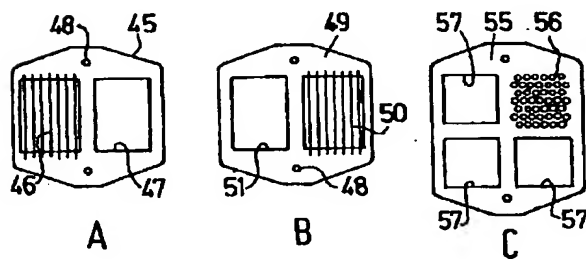
【図 1】



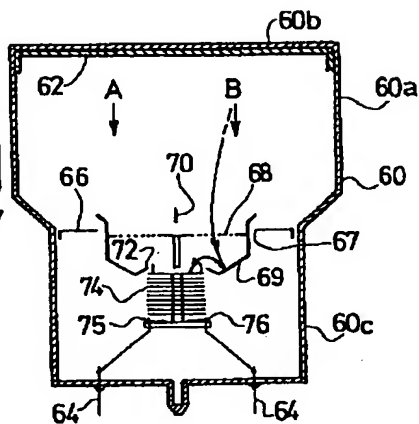
【図 2】



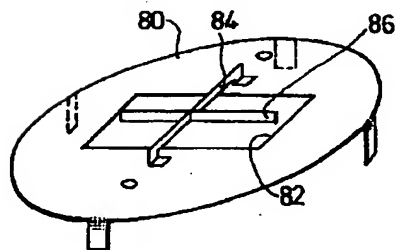
【図 3】



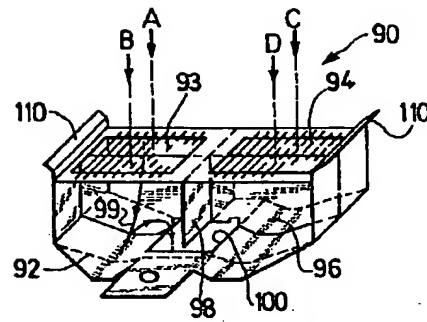
【図 4】



【図 5】



【図 6】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-306335

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.Cl.

H01J 43/20

(21)Application number : 08-101317

(71)Applicant : PHILIPS ELECTRON NV

(22)Date of filing : 23.04.1996

(72)Inventor : BOUTOT JEAN-PIERRE  
L HERMITE PIERRE

(30)Priority

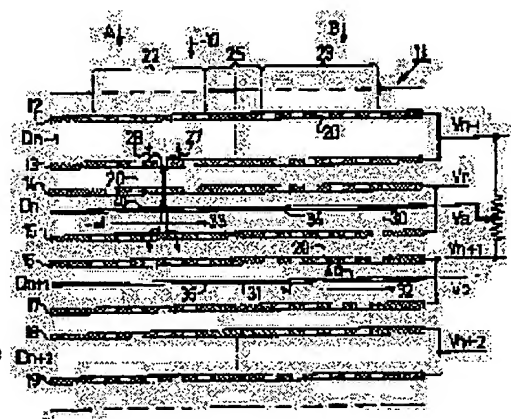
Priority number : 95 9504979 Priority date : 26.04.1995 Priority country : FR

## (54) MULTI-CHANNEL ELECTRON MULTIPLIER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To adjust a gain of a desired channel by providing a control electrode sheet of variable potential between a pair of sheets constituting a dynode and by disposing a grating only in specific active zones.

**SOLUTION:** An electron multiplier 11 consists of four sets of dynodes  $D_{n-1}$  to  $D_{n+2}$ , which form a pair such as a half-dynode 14 for focusing and a half-dynode 15 for multiplication. The half-dynodes each have active zones 22, 23, where openings 20 are disposed regularly and a separation zone 25 which separates them and has no openings, and two lines of multiplication channels A, B are formed of them. Hereupon, a control electrode 30 is provided between the half-dynodes 14, 15 and an adjustable voltage  $V_a$  is applied thereto. The control electrode 30 is provided with a window part 33 made up of a grating in a position facing the active zone 22 and provided with an opening 34 in a position facing the active zone 23. When a voltage  $V_a$  is changed, only the gain of the multiplication channel A changes, irrespective of the multiplication channel B.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]



**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS****[Claim(s)]**

**[Claim 1]** Are a form equipped with two or more electric conduction sheets by which the laminating was carried out in parallel, and two contiguity sheets which use the same electrical potential difference as a transfer plug The half dynode for focuses and the half dynode for multiplication which constitute together the dynode which shares a different channel towards migration of an electron are constituted, respectively. In order to control the gain of the given channel by the regular gestalt of puncturing of each sheet in the multi-channel electron multiplier equipped with a number equal to the number of channels which was able to open the hole of activity areas, and a separation area without puncturing, Said multiplication machine is the gestalt of the sheet located between the sheets of a dynode, and are transparent to altitude to an electron. The multi-channel electron multiplier characterized by having the connecting means which is equipped with a control electrode with the gestalt of the sheet which has the aperture which the field equipped with the grating which meets and is located in the activity area of said given channel, and impresses the electrical potential difference which can further adjust the control electrode concerned.

**[Claim 2]** The multi-channel electron multiplier characterized by always arranging a control electrode between two sheets of the dynode which N individual of a multiplication machine follows, and for the aperture of said control electrode equipped with one grating meeting each activity area of the channel of N individual further in the electron multiplier according to claim 1 whose N is the number of channels, and being located one by one.

**[Claim 3]** The multi-channel electron multiplier with which the dynode by which N individual continues in the electronic migration direction is characterized by the thing of a multiplication machine for which a mid gear is occupied mostly in an electron multiplier according to claim 2.

**[Claim 4]** The multi-channel electron multiplier with which it is constituted by the area of the control electrode which has puncturing to which the transparent grating met puncturing of the activity area of the half dynode for focuses which adjoins it, and said puncturing which met is highly characterized by having a bigger diameter than puncturing of said half dynode for focuses to an electron in an electron multiplier according to claim 1.

**[Claim 5]** the multiplier phototube which has the electron, the optical system, and two or more anodes which divide into some beams the envelope which has the input aperture which equipped the inside with the optical cathode, and a photoelectron -- setting -- the multiplier phototube concerned -- claims 1-4 -- the multiplier phototube characterized by having the electron multiplier which has the gain which is indicated by either, and which can be adjusted.

**[Claim 6]** The envelope consists of a head which has a polygon cross section, and equips the one edge with an input aperture. In the multiplier phototube according to claim 5 with which it connects with the base section which has a cross section smaller than that of a head by the other end, and the base section has a contact pin at a head and the edge of the opposite side The electron and optical system which realizes convergence of the electron emitted by the optical cathode on a different multiplication machine channel While having a means by which consist of plates with which a front face extends mostly through the cross section of tubing which adjoins the base section and the connection between heads, and the plate connects it to an electrical potential difference equal to the electrical potential difference of an optical cathode The multiplier phototube characterized by having central puncturing in the 1st input grating and this flat surface of a dynode of the form where it has the divided partition, and holding the part of the remainder of a head at an electrical potential difference equal to it of an optical cathode. [ of tubing ]

**[Claim 7]** The multiplier phototube characterized by being located in the central outlet where the 1st dynode of tubing was equipped with the input dynode of an electron multiplier which has the gain which can be adjusted in the multiplier phototube according to claim 6.

**[Claim 8]** The multiplier phototube characterized by having an interior partition of a center, connecting electrically [ one more strip ] to said plate, being fixed, and the 1st dynode extending [ further ] in a multiplier phototube according to claim 7 exceeding run central puncturing straightly from an internal partition in the case of two-channel tubing.

[Claim 9] The multiplier phototube characterized by having two interior partitions of a center where the 1st dynode has been arranged in the shape of a cross joint, fixing to said plate two strips arranged in the shape of [ two ] a cross joint in a multiplier phototube according to claim 7 in the case of four-channel tubing, and extending [ further ] exceeding run central puncturing straightly from an internal partition.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is a form equipped with two or more electric conduction sheets by which the laminating was carried out in parallel. Two contiguity sheets used as a transfer plug the same electrical potential difference towards migration of an electron a different channel (channel) Dynode to share (dynode) Half dynode for focuses constituted together (focusing half-dynode) Half dynode for multiplication (multiplying half-dynode) Each is constituted. It is related with the multi-channel electron multiplier equipped with a number with each sheet equal to the number of channels which was able to open the hole with the regular gestalt of puncturing of activity areas, and a separation area without puncturing.

[0002]

[Description of the Prior Art] This kind of electron multiplier is well-known in reference USP No. 5,126,629. Since this reference is simple for the part which constitutes a multiplication machine, the economical multi-channel multiplier phototube is offered.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As for the output current response of homogeneity with a good multiplication channel which is different to a uniform electronic bundle in an input, this is desired in most applicable fields. When gamma ray medicine image formation is taken into consideration, the permutation to multi-channel tubing of an one-channel multiplier phototube can be faced only after homogeneity of that tubing to these homogeneous response and other homogeneous tubing for two or more channels is realized. So, that the multi-channel electron multiplier of the above-mentioned class can be realized economically possible [ adjustment of the gain of each channel ] quite easily is a technical problem greatly desired.

[0004] Therefore, especially the purpose of this invention tends to propose the possible electron multiplier of gain control as well as the multi-channel multiplier phototube equipped with this electron multiplier.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, a multi-channel electron multiplier equipped with a sheet with two or more puncturing which constitutes the dynode which shares a different channel concerning this invention the gestalt of the sheet with which said multiplication machine is located between the sheets of a dynode in order to control the gain of the given channel -- it is -- and an electron -- receiving -- altitude -- transparency (highlytransparent) Grating to which the field is met and located in the activity area of said given channel (grating) Aperture which it had (window) It has a control electrode with the gestalt of the sheet which it has. It is characterized by having the connecting means which impresses the electrical potential difference which can further adjust the control electrode concerned.

[0006] Since the electric field between [ of two ] sheets which constitute a dynode are relatively weak, a control electrode will act quite effective in the gain of the stage to consider, even if the control electrode and the potential difference between dynodes are a few (since these sheets are impressed to the same electrical potential difference). It has turned out that quite sufficient control range of the electrical potential difference impressed to the control electrode will actually be obtained if these electrical potential differences are impressed between [ these ] two dynodes located in the both sides of the dynode in which a control electrode is inserted. In fact, only the electrical-potential-difference range between electrical potential differences of the contiguity dynode which has the electrical potential difference of the dynode by which the gain is controlled, and a lower electrical potential difference can be used. In this electrical-potential-difference range, the gains of a stage are reducible to that \*\*\*\* value to 10% of a \*\*\*\* value.

[0007] The suitable embodiment of this invention whose N is the number of electronic multiplication channels is

characterized by always arranging a control electrode between two sheets of the dynode which N individual of a multiplication machine follows, and for the aperture of said control electrode equipped with one grating meeting each activity area of the channel of N individual further, and being located one by one.

[0008] The dynode in which the dynode which N individual follows has suitably gain controllable in the case of the central location, i.e., the multiplication machine which has four channels and ten dynodes, of a multiplication machine occupies the 4th to the 7th location mostly.

[0009] The aperture of a control electrode is a WAIYA grating (wire grating) which has a big pitch relatively. You may have. However, in order to remain in the same technique used for dynodes, a control electrode has suitably puncturing which meets and is located in puncturing of the activity area of the half dynode for focuses which adjoins it, and said puncturing met and located has a bigger diameter than puncturing of said half dynode.

[0010] This invention relates to the multiplier phototube characterize by have the electron multiplier which has the gain as which the multiplier phototube concerned has so far be specify , and which can be adjust in the multiplier phototube which has the electron , the optical system , and two or more anodes which divide into some beams the envelope which has the input aperture which equipped the inside with the optical cathode again , and a photoelectron .

[0011] According to the suitable embodiment, it consists of a head where the envelope has a polygon cross section. Equip the one edge with an input aperture, and it connects with the base section which has a cross section smaller than that of a head by the other end. It is the multiplier phototube with which the base section has a contact pin at a head and the edge of the opposite side. And the electron and optical system which realizes convergence of the electron emitted by the optical cathode on a different multiplication machine channel While having a means by which consist of plates with which a front face extends mostly through the cross section of tubing which adjoins the base section and the connection between heads, and the plate connects it to an electrical potential difference equal to the electrical potential difference of an optical cathode It is the multiplier phototube characterized by having central puncturing in the 1st input grating and this flat surface of a dynode of the form where it has the divided partition, and holding the part of the remainder of a head at an electrical potential difference equal to it of an optical cathode. [ of tubing ]

[0012]

[Embodiment of the Invention] With reference to an accompanying drawing, an example explains the gestalt of operation of this invention to a detail below. drawing 1 -- the part -- four dynodes (dynode) --  $Dn-1$  from --  $Dn+2$  The part of the electron multiplier 11 concerning this invention limited is shown in diagram. The multiplication machine is constituted by two or more electric conduction sheets each other arranged in parallel. dynode  $Dn-1$  the migration direction of the electron with which it is constituted with two adjacent sheets, and it is shown in an arrow head 10 -- the half dynode (half-dynode) for focuses -- 12 and the half dynode (half-dynode) for multiplication -- 13 -- each -- both -- the electrical-potential-difference  $Vn-1$  [ same ] It is transmitted and constituted. The following dynode  $Vn$  It is electrical-potential-difference  $Vn-1$  of a front dynode similarly. High electrical potential difference  $Vn$  It consists of the half dynodes 14 for focuses and the half dynodes 15 for multiplication which both transmit. The same thing is electrical-potential-difference  $Vn+1$ . Dynode  $Dn+1$  to transmit Dynode  $Dn+2$  formed from the half dynodes 16 and 17 to constitute and two half dynodes 18 and 19 It is applied.

[0013] Each sheet of a half dynode is equipped with the activity areas 22 and 23 which have the regular gestalt of puncturing 20, and the separation area 25 which is choked up completely, namely, does not have puncturing. The activity area 22 of a different dynode forms the multiplication channel A which aligned at the shaft orientations of an electron multiplier 11, and it differs from the channel B formed of the activity area 23 which aligned in other parts of a dynode at shaft orientations. Drawing 1 shows the cross section of two channel electron multipliers in the center of a dynode. The separation area 25 is a cross talk (crosstalk) between [ of two ] channels constituted by aligning the activity areas 22 and 23 of all dynodes. It is made min. The sheet which constitutes a dynode is sharing two multiplication machine channels as shown in drawing.

[0014] The multiplication machine 11 is Dynode  $Dn$  so that while can control the gain of a channel to the channel of another side. It has the control electrode 30 with the gestalt of two sheets 14 to constitute and the sheet located between 15. This electrode is a grating (grating) which is highly transparent, meets the activity area 22 of two or more dynodes of the others [ front face / that ] for channel A, and is located to an electron. Having the aperture 33 which it had, on the other hand, this electrode 30 has the puncturing 34 which meets the activity area 23 of two or more dynodes of the others for channel B. A control electrode 30 is Dynode  $Dn$ .  $Vn+1$  and  $Vn-1$  which were shown [ it received and fixed by the insulated approach ] in diagram Electrical potential difference  $Va$  in which adjustment of a between is possible It has the means (not shown) to which this control electrode is made to impress. A control electrode 30 affects the electric field between these sheets which are electric field weak because two sheets 14 and 15 are impressed to the same electrical potential difference. The effect is an electrical potential difference  $Va$ . A value is followed and it is the

following dynode  $D_{n+1}$ . The number of the electrons in which multiplication is carried out by the possible half dynode 15 of influencing is made to increase, or it is made to reduce. About Channel B, a control electrode 30 is inactive and puncturing 34 is Dynode  $D_n$ . Since the electric field of the activity area 23 are not corrected at all, the gain of this channel is not affected at all.

[0015] Channel B is dynode  $D_{n+1}$  although it is similar to a control electrode 30. It is controlled by other control electrodes 31 located between two sheets 16 and 17. Here, the aperture 32 of a control electrode is the control voltage  $V_b$  which has the grating of advanced transparency to the electron which meets the activity area 23 of two or more dynodes, and is impressed to this electrode in this way. It is related with Channel B and is dynode  $D_{n+1}$ . A multiplication factor is correctable. The control electrode 31 has the puncturing 36 which meets the activity area 22 of a dynode so that Channel A may not be influenced by the control electrode 31 at this order.

[0016] the example highly shown in drawing 1 by the transparent grating to the electron -- control electrodes 30 and 31 -- them -- adjoining -- sheets 14 and 16 -- it has the puncturing 40 which meets and is located in the puncturing 20 of the activity area of the half dynode for focuses constituted by each. These puncturing 40 has the bigger diameter than the diameter of the puncturing 20 of a half dynode. The puncturing 40 of a control electrode does not affect the locus of the electron oriented with the direction of a multiplication machine half dynode observing the locus of the electron shown by 27 and 28 on the other hand, but it can understand it easily that it is because these electrons have acquired high kinetic energy relatively.

[0017] After electronic multiplication, an electron is generated in quite low kinetic energy, and an electronic locus is greatly influenced by the electrical-potential-difference difference between dynodes in which a control electrode and this electrode are inserted.

[0018] Although drawing 1 shows the part of two channel electron multipliers, it is also possible to apply the same technique as the multiplication machine which has much more channels, for example, four channels. In this case, four control electrodes inserted in four continuing dynodes of a multiplication machine are used, and each of these control electrodes can correct one gain of a channel. The dynode suitably equipped with a control electrode is a dynode of a multiplication machine mostly arranged in the center, and if it puts in another way, the row of the dynode  $n$  which this example requires corresponds to the one half of the total of a dynode mostly.

[0019] Drawing 2 is  $V_a$ - $V_n$  impressed to the control electrode located in the dynode between [ of two ] configuration sheets. Dynode  $D_n$  as a function The example of an actual plot of the gain of a stage is shown. The gain of this stage when the control electrode is impressed to the same electrical potential difference as a dynode is shown by the \*\*\*\* value as 100% by a diagram. When the control electrode is impressed to -100V to the dynode, gain is not larger than 6% of a \*\*\*\* value. Reduction of only the one half of stage gain is obtained by impression of the control electrode of -15V. In the applied voltage of the forward direction, since it does not very change quickly between +20V and +100V by decreasing quickly to the electrical potential difference of +10V to a dynode, the obtained empirical curve is not convenient and cannot say it as what shows a not much convenient control motion area.

[0020] Drawing 3 is the top view of some examples of a control electrode. It is the wire grating (wire grating) by which drawing 3 A shows the control electrode 45 for two-channel electron multipliers, and this electrode controls the left-hand side channel of the multiplication machine with which this electrode is inserted. It is free in the aperture 46 which it had, and a right-hand side channel (free). It has the puncturing 47 which does not amend at all to this channel as.

[0021] Drawing 3 B controls a right-hand side channel by the grating aperture 50, and, on the other hand, is free in a left-hand side channel by puncturing 51 (free). Other same control electrodes for electron multipliers to leave are shown. Puncturing for electrode immobilization is shown by the reference number 48 by drawing 3 A and 3B.

[0022] Drawing 3 C shows the example of the control electrode for four-channel electron multipliers. It has the grating 56 which has transparency highly, and is formed with the gestalt of two or more puncturing like the example of drawing 1 in this case. Other three channels which are not controlled by this electrode are equipped with three puncturing 57.

[0023] Drawing 4 is the diagram-sectional view of a two-channel multiplier phototube. It was equipped with the glass envelope 60 equipped with polygon cross-section 60a, for example, head 60a which has a rectangle cross section, and it is equipped with base section 60c which has the inside equipped with input aperture 60b and the optical cathode 62, and a cross section smaller than head 60a. It connects with head 60a in the end section, and base section 60c which generally has a circular cross section has the contact pin 64 at other edges.

[0024] In order to orient them with two parts of tubing which divides into two beams the electron emitted by the optical cathode 62, and forms the left-hand side channel A and the right-hand side channel B, an electron and an optical system are required of this tubing.

[0025] This optical system is equipped with a plate 66, the front face of that plate extends mostly through the cross section of tubing which adjoins base section 60c and the connection between head 60a, and it can be introduced, even if

the diameter of that plate is more slightly [ than the diameter of base section 60c ] small, then head 60a of an envelope and the connection between base section 60c are already completed. The 1st formal grating 68 and this formal flat surface of a dynode 69 which have an input grating and the divided partition have the central puncturing 67 of a plate 66, and it is explained to a detail below about this dynode 69.

[0026] The central strip 70 which extends in a vertical plane with the drawing of drawing 4 was fixed to the plate 66, and the strip has extended exceeding the central puncturing 67 of a plate 66. A plate 66 is equipped with a means required to connect with an electrical potential difference equal to the electrical potential difference of an optical cathode, and the same electrical potential difference is impressed to the strip 70 again. This is effective in dividing an electron into two beams for correction of the electric field in head 60a according to nothing and two channels A and B of tubing.

[0027] The outlet 72 of the 1st dynode 69 of tubing is located at the input dynode and this flat surface of an electron multiplier 74, and the multiplication machine is equipped with the above control electrodes. Two anodes 75 and 76 which collect electrons from each of two channels of tubing are arranged at the output of an electron multiplier 74.

[0028] Although drawing 5 is the perspective view of the same plate 80 as the plate 66 of the drawing 4 illustration tubing, it is for four-channel tubing. For this purpose, the plate 80 has the central puncturing 82 which has on it two strips 84 and 86 arranged in the shape of a cross joint. A strip 84 corresponds with the strip 70 of drawing 4, and, on the other hand, the strip 86 is presenting division of the supplement for dividing an electron beam to four paths instead of two shown in drawing 4.

[0029] Drawing 6 is the perspective view of the formal dynode 90 which has an input grating and the divided partition. Although the dynode 90 shown in this drawing corresponds to the dynode 69 of drawing 4, it is corrected so that a four-channel light multiplication machine may be suited. Although the partition of a dynode is opened for clarification of drawing, the partition before being stripped meets a broken line 92, and is connected to other parts of a dynode. Although the wire grating 93 constitutes the input of two channels A and dynodes 90 for B, another grating 94 constitutes the input of Channels C and D. A dynode 90 has four partitions combined by the partition arranged in the shape of a cross joint, and one partition 96 is arranged in a central plane of worm gear parallel to the field of drawing, and other partitions 98 divide in the center and are arranged at right angles to 96. The electronic locus in a dynode 90 is shown by 99. The electron by which multiplication was carried out leaves a dynode 90 through the central outlet 100 so that it may be oriented with the direction of the input dynode of the multiplication machine which has the dynode in the field and this flat surface of an outlet 100.

[0030] In order to emphasize division of the photoelectron in the both sides of partition 98, the dynode 90 has the sloping edge 110 which influences distribution of the electric field in a multiplier phototube. The edge of a dynode has extended exceeding the puncturing 67 of a plate 66 so that it may be illustrated by drawing 4. It may be folded at the include angle of 45 degrees after the assembly of the dynode equipped with the plate 66, and may be formed from the part combined after [ both ] an assembly.

[0031] The embodiment of this invention explained according to the example above can correct well-known details by this contractor, without crossing the range of the indicated claim.

---

[Translation done.]

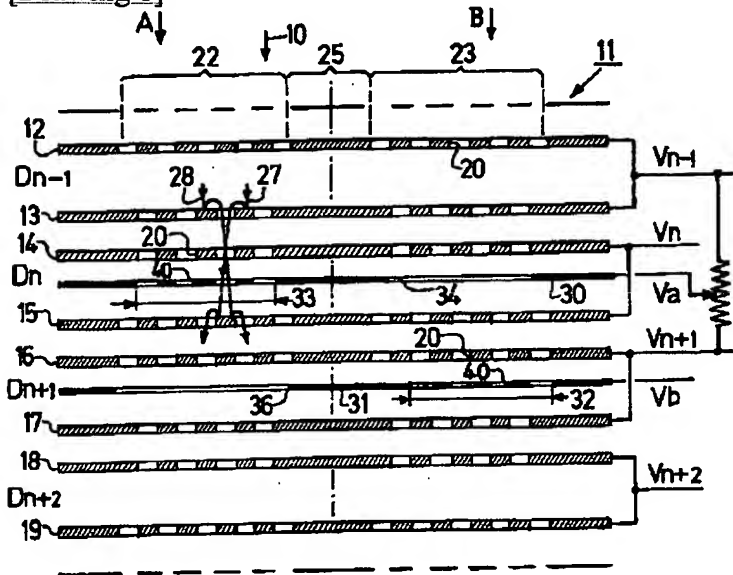
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

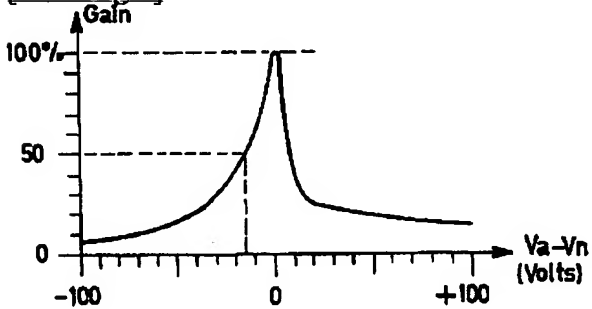
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

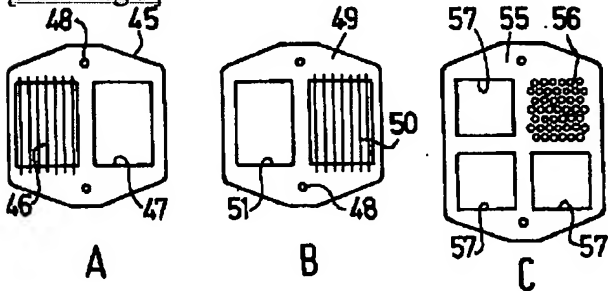
[Drawing 1]



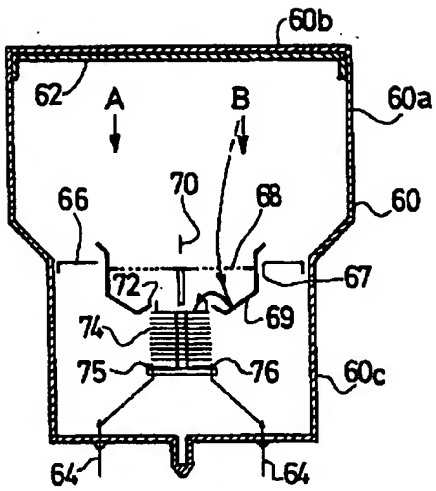
[Drawing 2]



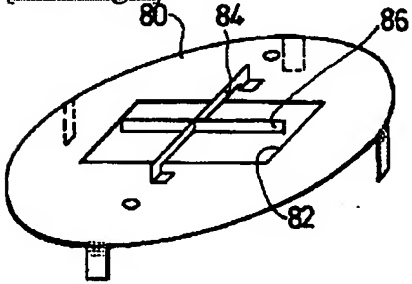
[Drawing 3]



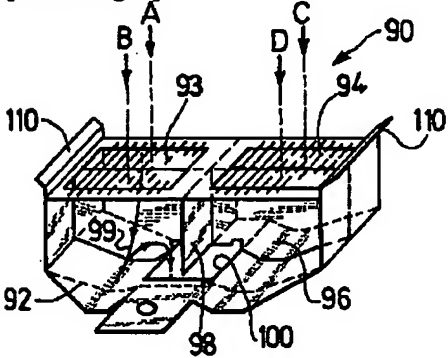
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]